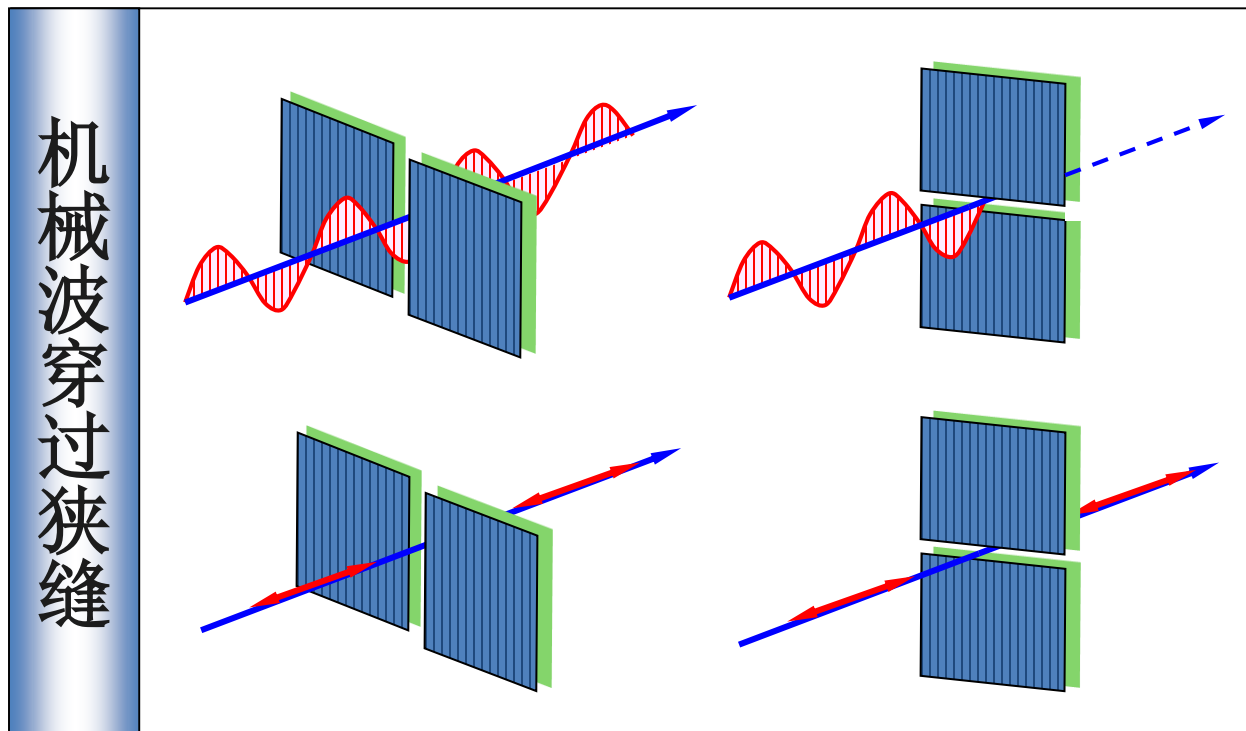




光的波动性  $\longrightarrow$  光的干涉、衍射。

光波是横波  $\longrightarrow$  光的偏振。

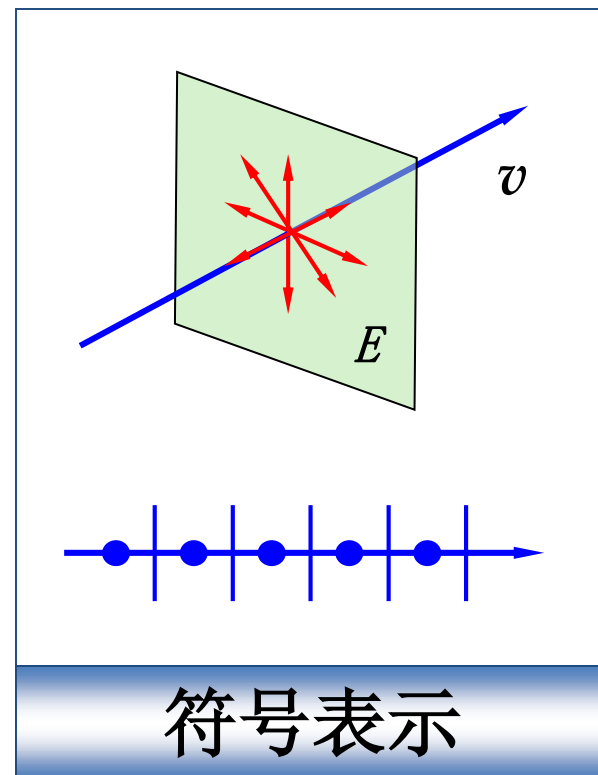
机械横波与纵波的区别





## 一 自然光 偏振光

◆ **自然光**：一般光源发出的光，包含各个方向的光矢量在所有可能的方向上的振幅都相等。



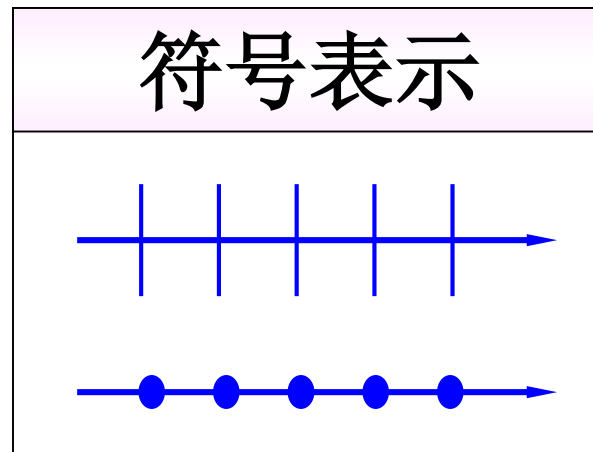
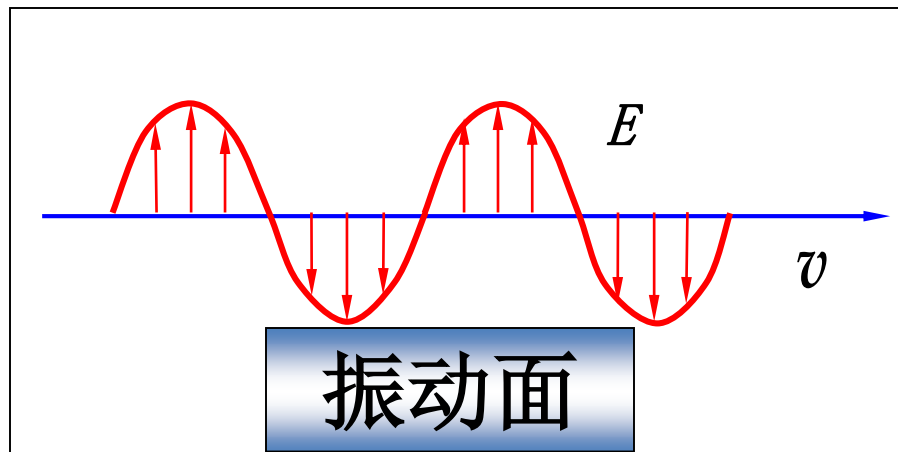
◆ 二互相垂直方向是任选的。

◆ 各光矢量间无固定的相位关系。



## ◆ 偏振光（线偏振光）

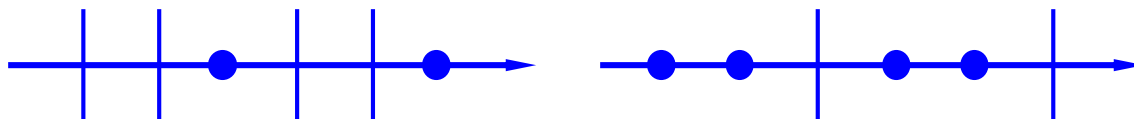
光振动只沿某一固定方向的光。





◆ **部分偏振光**：某一方向的光振动比与之垂直方向上的光振动占优势的光为部分偏振光。

符号表示



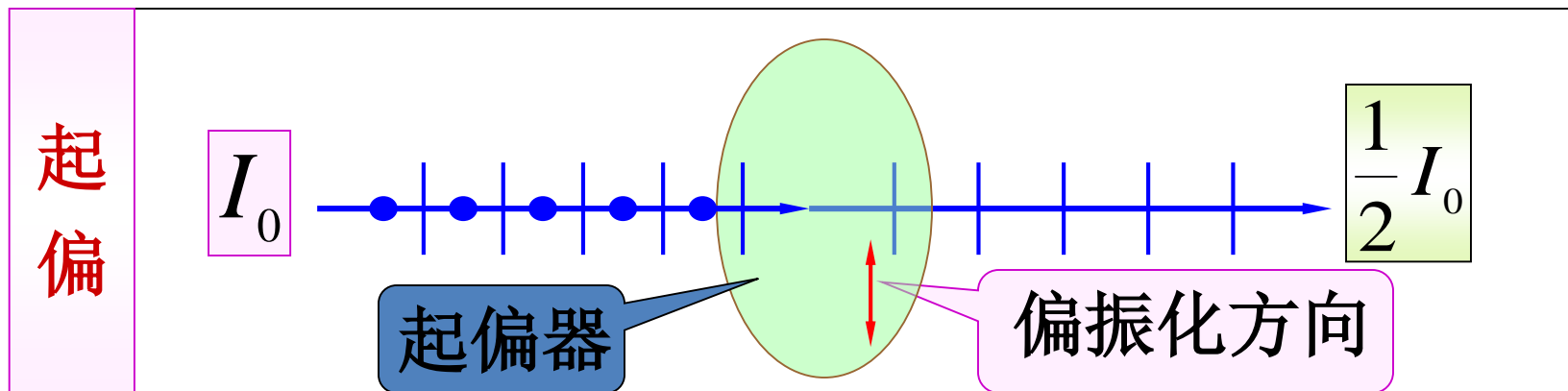


## 二 偏振片 起偏与检偏

- ◆ **二向色性**：某些物质能吸收某一方向的光振动，而只让与这个方向垂直的光振动通过，这种性质称二向色性。
- ◆ **偏振片**：涂有二向色性材料的透明薄片。

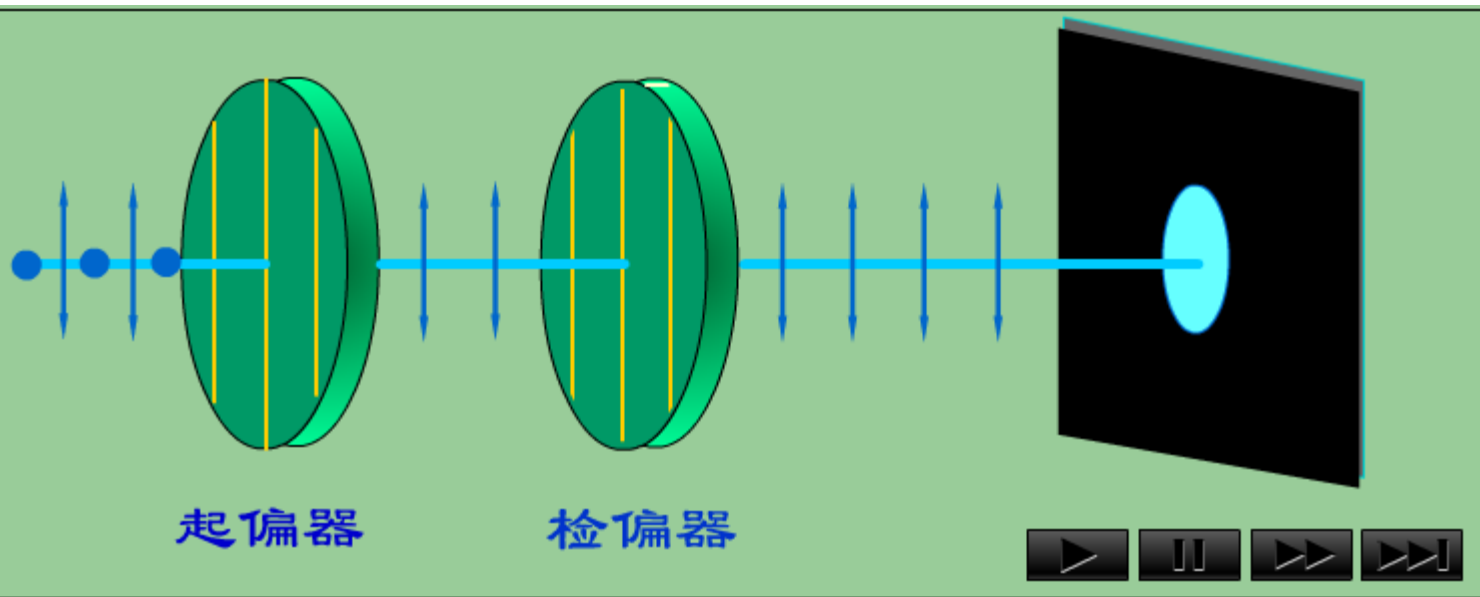
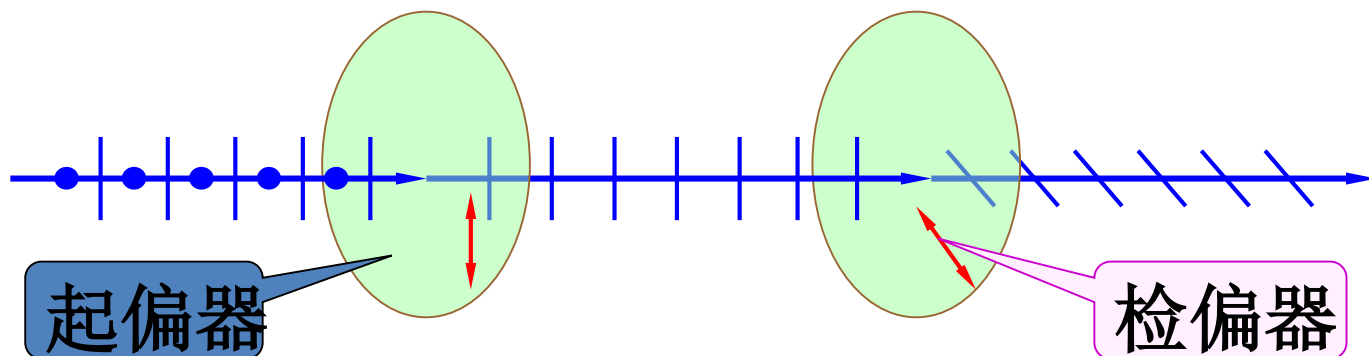


◆ **偏振化方向**：当自然光照射在偏振片上时，它只让某一特定方向的光通过，这个方向叫此偏振片的偏振化方向。



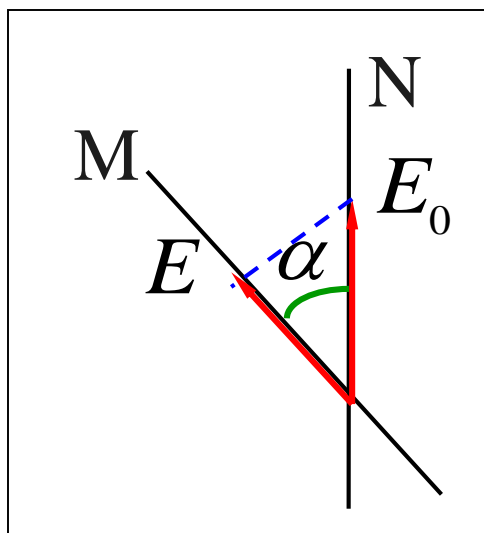
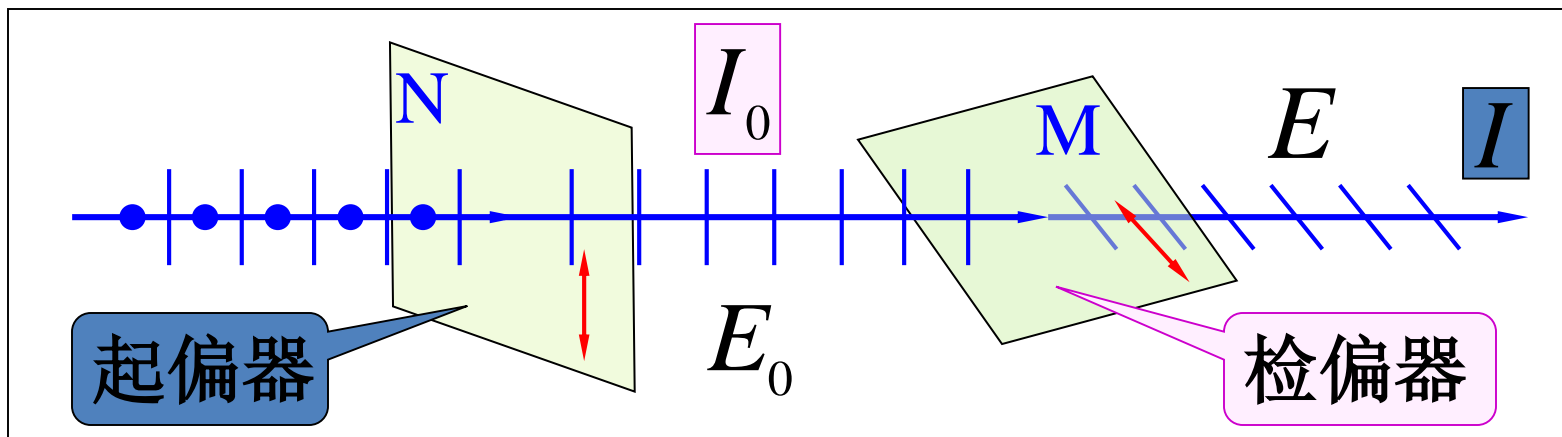


检偏





### 三 马吕斯定律 (1808 年)



$$E = E_0 \cos \alpha$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{E^2}{E_0^2}$$

马吕斯定律

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$





**例** 两个偏振片 $P_1$ 、 $P_2$ 叠在一起, 一束强度为 $I_0$ 的光垂直入射. 已知该入射光由强度相同的自然光和线偏振光混合而成, 且入射光穿过第一个偏振片 $P_1$ 后的光强为 $0.715I_0$ ; 当将 $P_1$ 抽去后, 入射光穿过 $P_2$ 后的光强为 $0.375I_0$ . 求 $P_1$ 和 $P_2$ 的偏振方向间的夹角。



**解** 设入射光中偏振光的振动方向与 $P_1$ 的偏振化方向夹角为 $\theta_1$ ，则由题意得

$$0.716I_0 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}I_0\right) + \left(\frac{1}{2}I_0\right)\cos^2\theta_1 \Rightarrow \theta_1 \approx 15^\circ$$

设入射光中偏振光的振动方向与 $P_2$ 的偏振化方向夹角为 $\theta_2$ ，则由题意得

$$0.375I_0 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}I_0\right) + \left(\frac{1}{2}I_0\right)\cos^2\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 60^\circ$$



则 $P_1$ 和 $P_2$ 的偏振方向间的夹角 $\alpha$ 有两个可能值

$$\alpha = \theta_1 + \theta_2 = 75^\circ$$

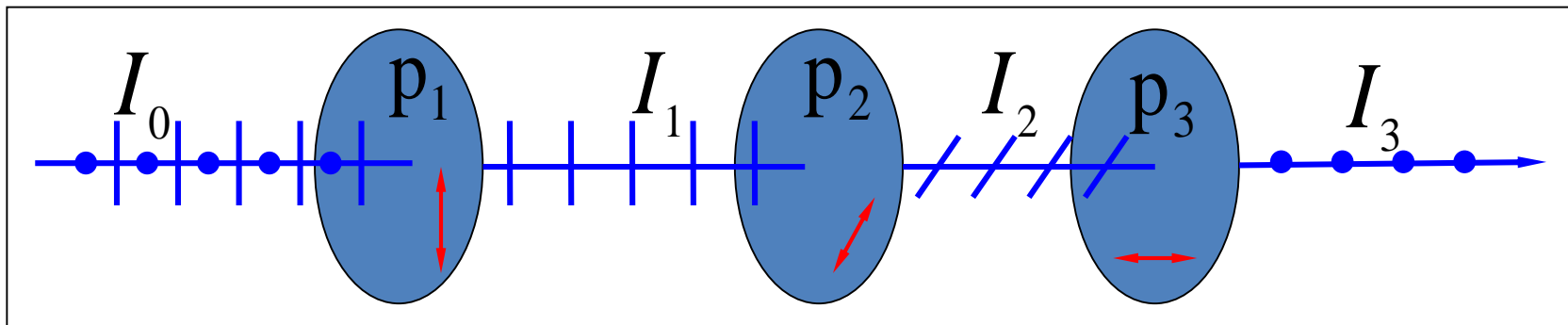
或

$$\alpha = \theta_2 - \theta_1 = 75^\circ$$



## 讨论

在两块正交偏振片  $p_1, p_3$  之间插入另一块偏振片  $p_2$ ，光强为  $I_0$  的自然光垂直入射于偏振片  $p_1$ ，讨论转动  $p_2$  透过  $p_3$  的光强  $I$  与转角的关系。





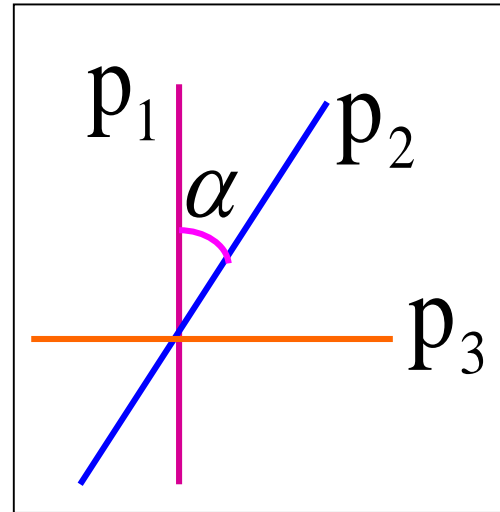
$$I_1 = \frac{1}{2} I_0$$

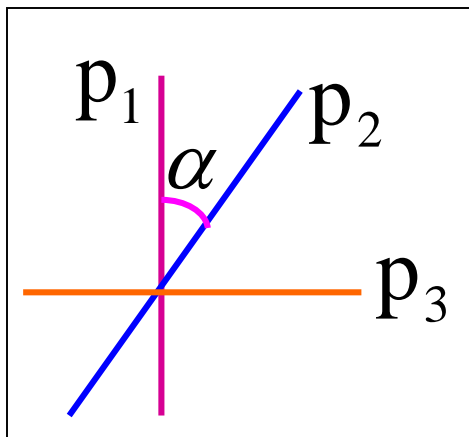
$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{I_0}{2} \cos^2 \alpha$$

$$I_3 = I_2 \cos^2 \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right)$$

$$I_3 = I_2 \sin^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha$$

$$I_3 = \frac{1}{8} I_0 \sin^2 2\alpha$$



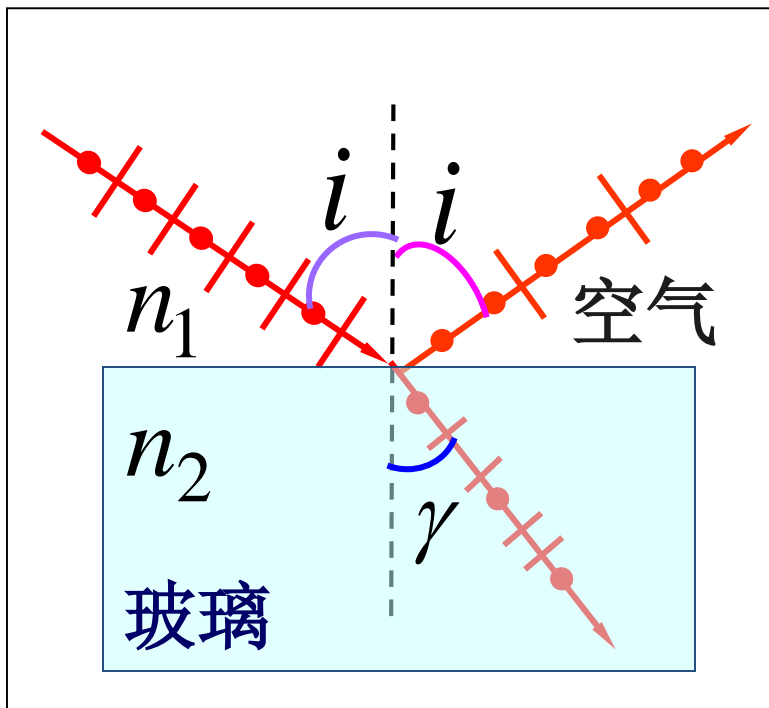


$$I_3 = \frac{1}{8} I_0 \sin^2 2\alpha$$

若  $\alpha$  在  $0 \sim 2\pi$  间变化,  $I_3$  如何变化?

$$\alpha = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}, \quad I_3 = 0$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4}, \quad I_3 = \frac{I_0}{8}$$



## 光反射与折射时的偏振

**入射面** 入射光线和法线所成的平面。

◆ **反射光** 部分偏振光，垂直于入射面的振动大于平行于入射面的振动。



◆ **折射光** 部分偏振光，平行于入射面的振动大于垂直于入射面的振动。

**理论和实验证明：** 反射光的偏振化程度与入射角有关。

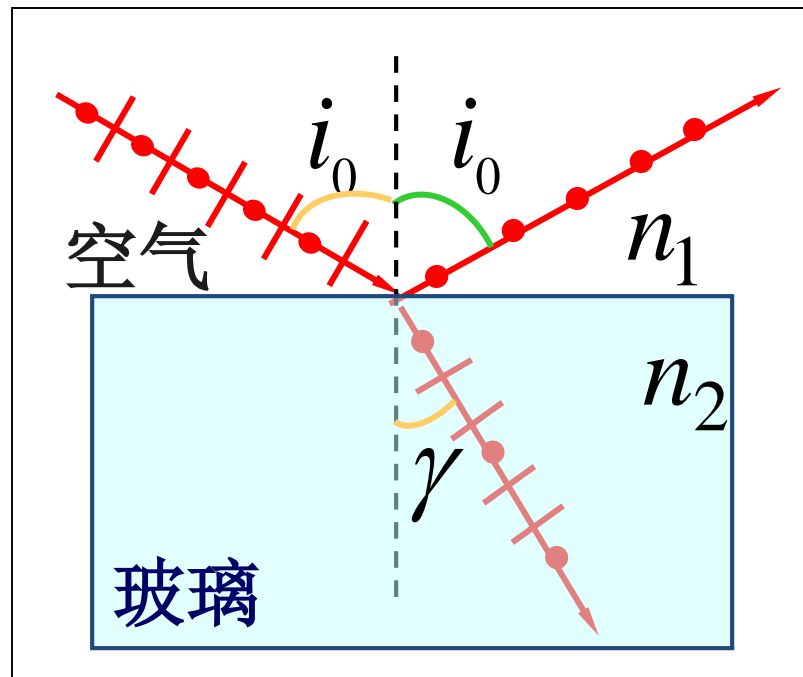




# 布儒斯特定律

(1815年)

当  $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$  时,



反射光为完全偏振光，且振动面垂直入射面，折射光为部分偏振光。



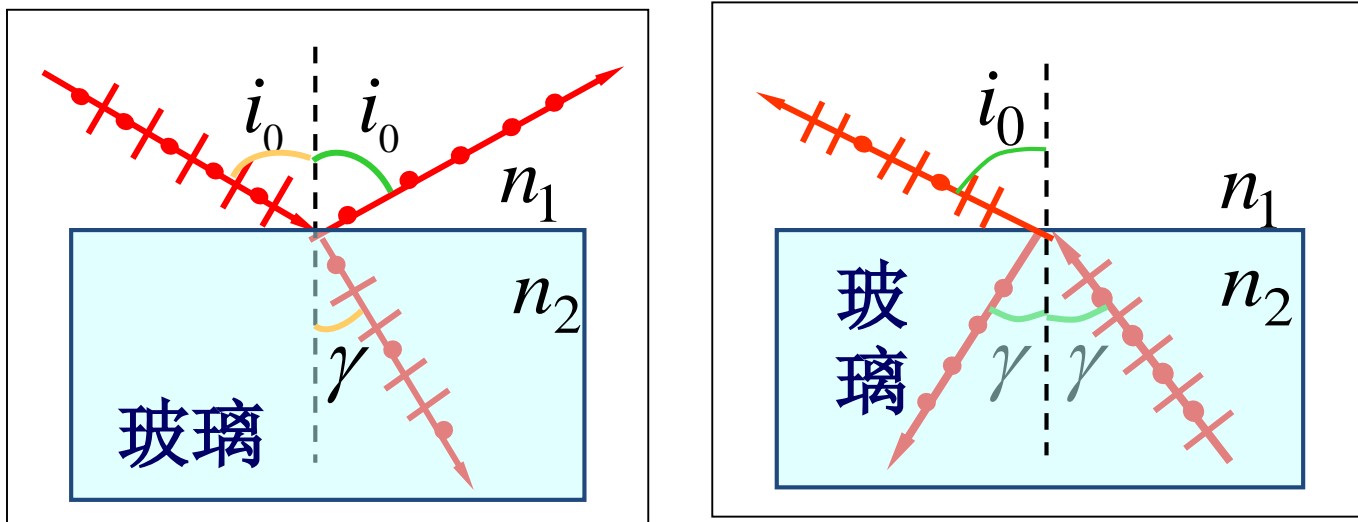
## 讨论

(1) 反射光和折射光互相垂直.

$$\frac{\sin i_0}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad \tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_0}{\cos i_0}$$

$$\cos i_0 = \sin \gamma = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right)$$

$$i_0 + \gamma = \frac{\pi}{2}$$



(2) 根据光的可逆性，当入射光以  $\gamma$  角从  $n_2$  介质入射于界面时，此  $\gamma$  角即为布儒斯特角。

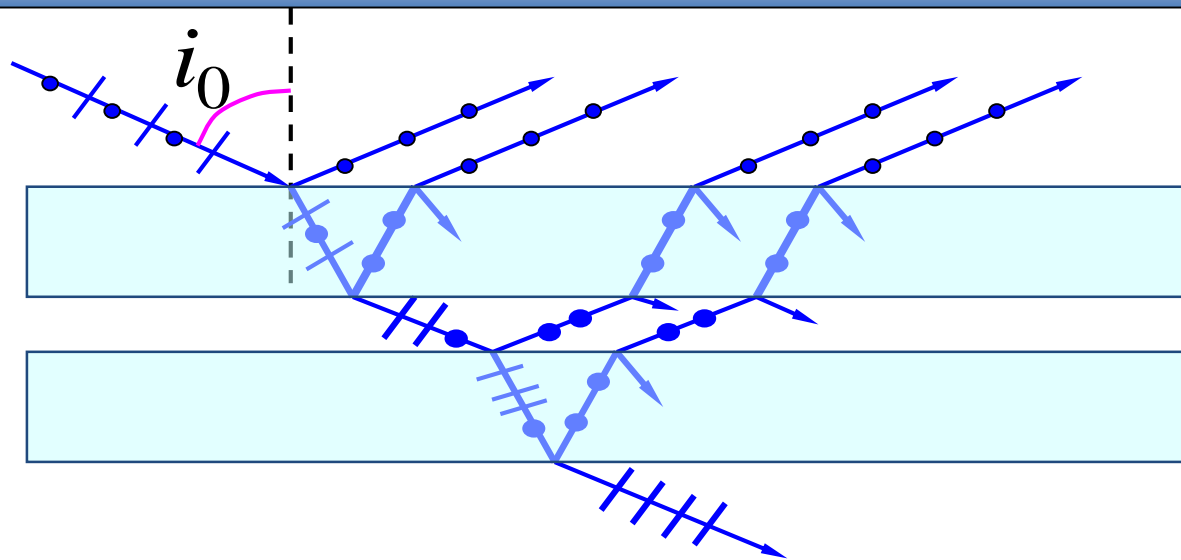
$$\cot i_0 = \frac{n_1}{n_2} = \tan\left(\frac{\pi}{2} - i_0\right) = \tan \gamma$$



注意

对于一般的光学玻璃，反射光的强度约占入射光强度的7.5%，大部分光将透过玻璃。

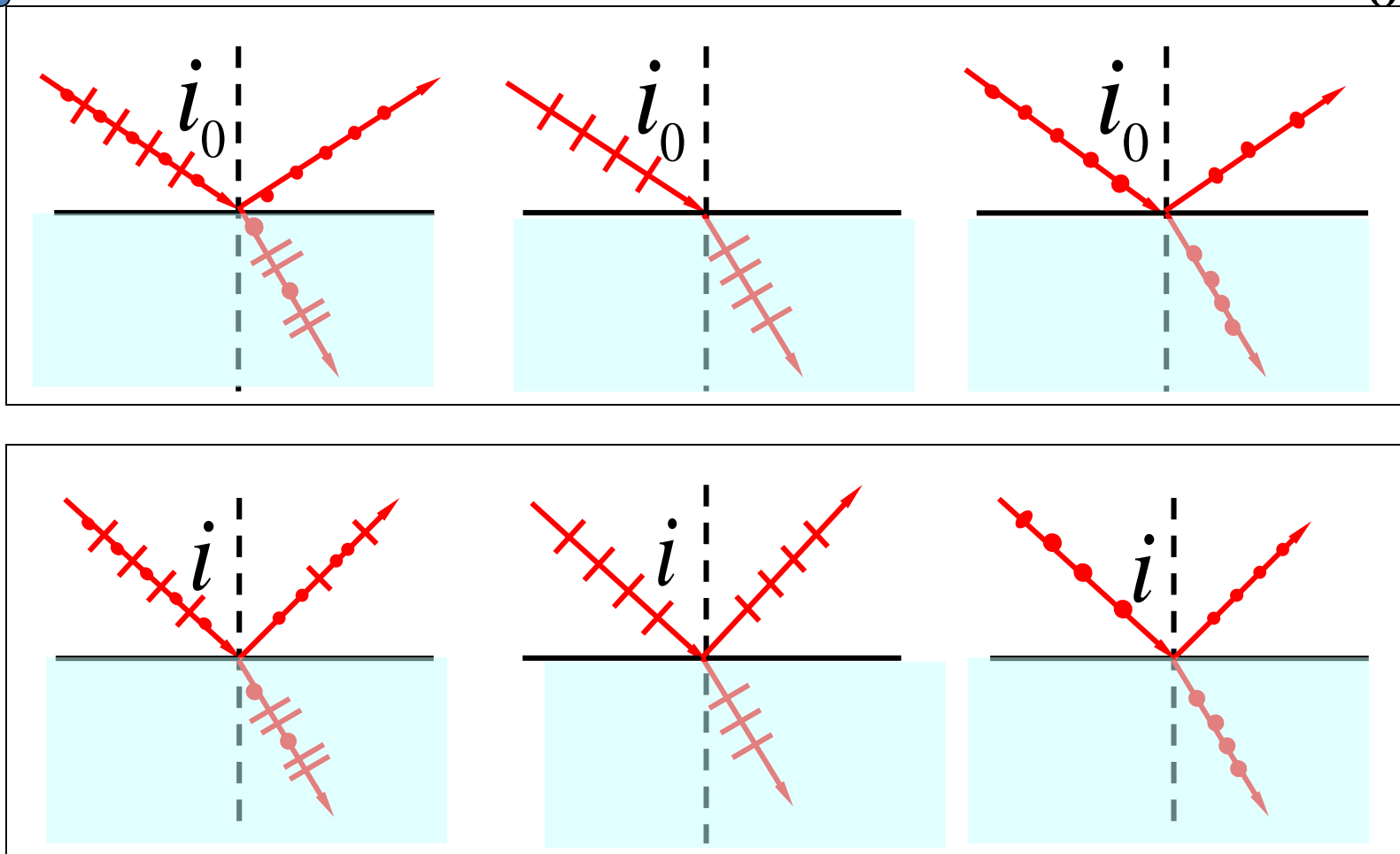
利用玻璃片堆产生线偏振光





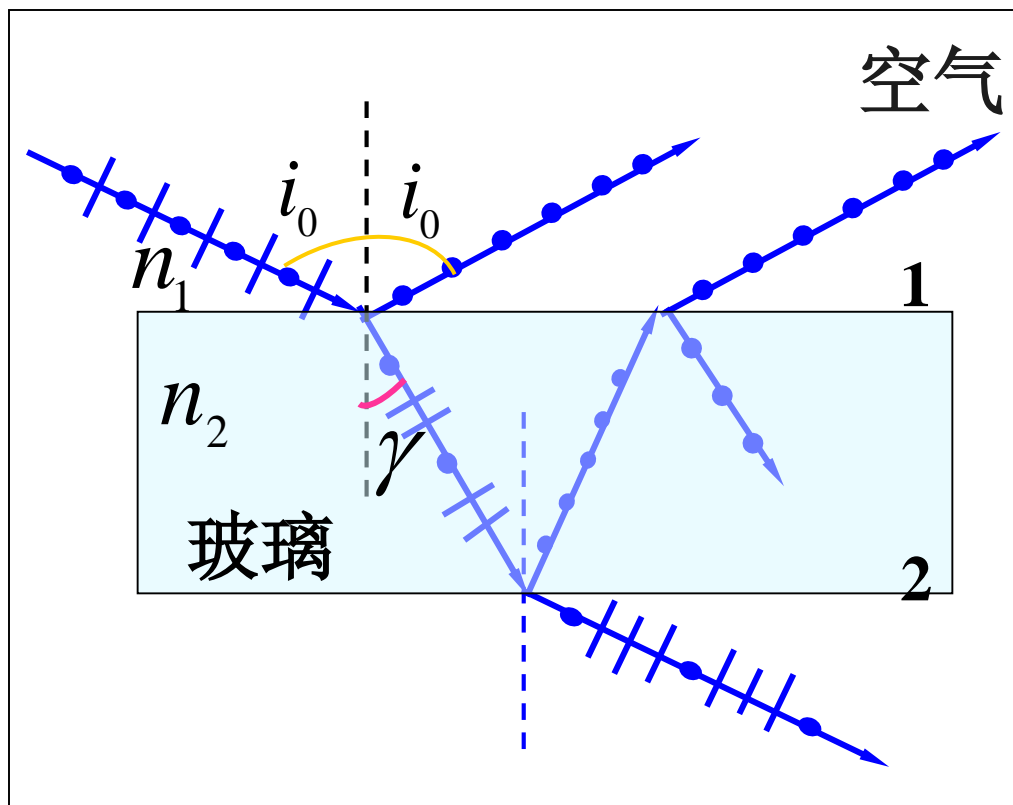
讨论

讨论光线的反射和折射(起偏角  $i_0$ )





**例** 一自然光自空气射向一块平板玻璃，入射角为布儒斯特角  $i_0$ ，问在界面 2 的反射光是什么光？





**注意：**一次起偏垂直入射面的振动仅很小部分被反射，所以**反射偏振光很弱**。

一般应用**玻璃片堆**产生偏振光。

